

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re the Application of : **Yukihiro KIKUCHI, et al.**  
Filed: : **Concurrently herewith**  
For: : **CONGESTION CONTROL UNIT**  
Serial No. : **Concurrently herewith**



Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

October 16, 2001

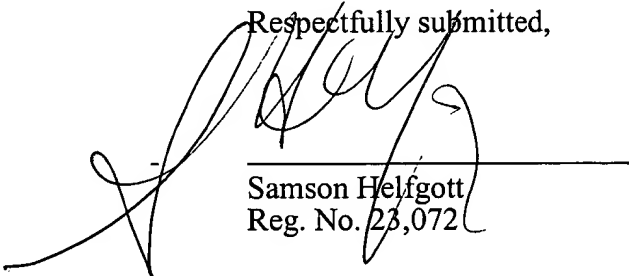
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

S I R:

Attached herewith is **JAPANESE** patent application no. **2001-133576** filed **April 27, 2001** whose priority has been claimed in the present application.

Any fee, due as a result of this paper, not covered by an enclosed check, may be charged to Deposit Acct. No. 50-1290.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
Samson Helfgott  
Reg. No. 23,072

ROSENMAN & COLIN, LLP  
575 MADISON AVENUE  
IP Department  
NEW YORK, NEW YORK 10022-2584  
DOCKET NO.: FUJA 19.077  
TELEPHONE: (212) 940-8800

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

J1011 U.S. PRO  
09/981095  
10/16/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 4月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-133576

出 願 人

Applicant(s):

富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 6月20日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3058394

【書類名】 特許願

【整理番号】 0001370

【提出日】 平成13年 4月27日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H04L 12/56  
H04L 12/46  
H04L 12/28

【発明の名称】 輻輳制御装置

【請求項の数】 5

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 菊池 行博

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 ▲高▼田 修司

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 大場 康弘

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100077517

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 石田 敬

    【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100100871

【弁理士】

【氏名又は名称】 土屋 繁

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【選任した代理人】

【識別番号】 100081330

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 外治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9905449

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 輻輳制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力されるパケットデータ量を計測する入力データ計測部と、到着したパケットの廃棄判定を行って非廃棄パケットを出力キュー及び前記入力データ係数部へ出力するパケット廃棄判定部と、を備え、

前記入力データ計測部は、前記パケット廃棄判定部から入力されるパケットデータの一定データ量を所定周期で出力する係数部と、前記係数部から出力されたデータを蓄積して前記所定周期でその蓄積データの一定データ量を出力する平滑キュー長演算部と、を有し、

前記パケット廃棄判定部は、前記平滑キュー長演算部における前記所定周期毎の入出力データ量の差分からなる蓄積データ量である平滑キュー長に基づいたパケット廃棄判定によって輻輳制御を行なうことを特徴とする輻輳制御装置。

【請求項 2】 前記入力データ計測部は、そこに蓄積されるデータ量から将来の平滑キュー長の増加傾向を周期的に予測し、その増加量の予測結果を前記パケット廃棄判定部へ通知し、予測可能な周期内における処理を前記予測可能な周期経過後に一括しておこなう、請求項 1 記載の輻輳制御装置。

【請求項 3】 前記パケット廃棄判定部は、前記通知された平滑キュー長の将来の増加量から平滑キュー長が閾値を越えるまでの時間を算出し、その時間を基準に到着パケットの通過又は廃棄の判定を行なう、請求項 2 記載の輻輳制御装置。

【請求項 4】 前記パケット廃棄判定部は、さらに前記平滑キュー長をパラメータとしたパケット廃棄確率によって到着パケットの通過又は廃棄の判定を行なう、請求項 1～3 のいずれか一つに記載の輻輳制御装置。

【請求項 5】 前記平滑キュー長演算部は、前記入出力データ量の差分からなる蓄積データ量を演算し表示するためのメモリデバイス又はポインティングデバイスを有する、請求項 1～4 のいずれか一つに記載の輻輳制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

## 【発明の属する技術分野】

本発明はパケット通信装置に関し、特にインターネット等の可変長パケットを用いた通信においてコアルータやエッジルータ内で輻輳時にパケット廃棄処理等を行う輻輳制御装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

近年インターネットが急速に普及し、IP (Internet Protocol) パケットのような可変長データによる通信が主流となっている。従来のインターネットサービスでは、遅延や帯域といった品質を一切保証しないベストエフォート型のサービスがほとんどであった。

## 【0003】

しかしながら、近年では電話等の音声をIPパケットで運ぶVOIP (Voice over IP) や企業の専用回線をインターネット上で実現するVPN (Virtual Private Network) のような新しいサービスが登場し、インターネット網においてもQoS (Quality of Service) 保証が重要となってきた。そのQoS機能の一つとして輻輳制御がある。

## 【0004】

ノードに対する入力レートがその出力レートよりも大きい場合に輻輳が発生する可能性があり、一般的には輻輳時に入力されたデータがある条件の基で廃棄する。その結果、データ品質が劣化して所定の品質保証を必要とするサービス等に大きな影響を与える。従って、このような輻輳制御を如何に行なうかが重要な問題となる。

## 【0005】

図1は、従来の代表的な輻輳制御方法としてRED (Random Early Discard) の例を示したものである。

図1にはREDによる平均キュー長 (avg: average) とパケット廃棄確率 (pb: probability) との関係を示しており、前記平均キュー長は下記式(1)で求められる。ここで、avg: 平均キュー長、q: 実際のキュー長、Wq: キューの重み係数、及びt: 測定時間間隔である。

$$a v g ( t ) = ( 1 - W q ) \times a v g ( t - 1 ) + W q \times q \quad \cdots ( 1 )$$

【 0 0 0 6 】

図 1 において、平均キュー長の値が最小閾値以下のパケット廃棄確率は“0（廃棄無し）”であり、また最大閾値以上のパケット廃棄確率は“1（全て廃棄）”である。最小閾値と最大閾値との間には下記式（2）によってパケット廃棄確率（pb）が求められ、この値に基づいてパケットが廃棄される。ここで、pb：パケット廃棄確率、maxP：最大確率、minTH：最小閾値、及びmaxTH：最大閾値である。

$$p b = m a x P \times ( a v g - m i n T H ) / ( m a x T H - m i n T H ) \quad \cdots ( 2 )$$

【 0 0 0 7 】

図 2 は、従来の一般的な R E D 機能の構成例を示したものである。

輻輳制御部 1 において、パケット廃棄判定部 1 1 は、入力パケットを Q o S の優先度によりクラス分けされた出力キュー 2 の各キュー 1 3<sub>1</sub> ~ 1 3<sub>n</sub> へ出力するか、又は平均キュー長演算部 1 2 から通知されるクラス毎のパケット廃棄確率（pb）に従って対応クラスの入力パケットの内から所定数をランダムに選択して廃棄する。出力キュー 2 は、高優先度クラスのキュー内パケットを優先して出力する。

【 0 0 0 8 】

前記平均キュー長演算部 1 2 は、出力キュー 2 における各クラスのキュー 1 3<sub>1</sub> ~ 1 3<sub>n</sub> を所定の周期でスキャンし、各クラスの実際のキュー長 q を測定して式（1）から平均キュー長（avg）を求め、次に式（2）からパケット廃棄確率（pb）を求める。そのクラス毎のパケット廃棄確率は、前述したようにパケット廃棄判定部 1 1 に通知される。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、R E D を使用した輻輳制御方式は上記式（1）及び式（2）の計算が必要となり、特に平均キュー長の算出には測定時間間隔 t 毎に式（1）の計算が必要となる。この場合、平均キュー長の演算に乗算等の処理時間を要する

演算を周期的に繰り返し実行する必要がある、輻輳制御装置の処理負荷は非常に重いものとなっている。さらに、近年における通信速度の高速化に伴ってコアルータで数ギガレベル又エッジルータでも数百メガレベルのデータレートに対応する必要があり、上記演算処理に割り当てられる時間は一層短くなる傾向にある。

【0010】

そこで本発明の目的は、上記各問題点に鑑み、REDの平均キュー長に代えて本発明による平滑キュー長なるパラメータを用いた新たな輻輳制御装置を提供することにある。これにより、演算処理負荷を軽減し通信速度の高速化に対応し得る輻輳制御装置を提供する。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、入力されるパケットデータ量を計測する入力データ計測部と、到着したパケットの廃棄判定を行って非廃棄パケットを出力キュー及び前記入力データ係数部へ出力するパケット廃棄判定部と、を備え、前記入力データ計測部は、前記パケット廃棄判定部から入力されるパケットデータの一定データ量を所定周期で出力する係数部と、前記係数部から出力されたデータを蓄積して前記所定周期でその蓄積データの一定データ量を出力する平滑キュー長演算部と、を有し、前記パケット廃棄判定部は、前記平滑キュー長演算部における前記所定周期毎の入出力データ量の差分からなる蓄積データ量である平滑キュー長に基づいたパケット廃棄判定によって輻輳制御を行なう輻輳制御装置が提供される。

【0012】

前記入力データ計測部は、そこに蓄積されるデータ量から将来の平滑キュー長の増加傾向を周期的に予測し、その増加量の予測結果を前記パケット廃棄判定部へ通知し、予測可能な周期内における処理を前記予測可能な周期経過後に一括しておこなう。また、前記パケット廃棄判定部は、前記通知された平滑キュー長の将来の増加量から平滑キュー長が閾値を越えるまでの時間を算出し、その時間を基準に到着パケットの通過又は廃棄の判定を行なう。

【0013】

前記パケット廃棄判定部は、さらに前記平滑キュー長をパラメータとしたパケ



ット廃棄確率によって到着パケットの通過又は廃棄の判定を行なう。そして、前記平滑キュー長演算部は、前記入出力データ量の差分からなる蓄積データ量を演算し表示するためのメモリデバイス又はポインティングデバイスを備える。

【0014】

【発明の実施の形態】

図3は、本発明による平滑キュー長を用いた輻輳制御装置の基本構成を示したものである。

図3では、従来の平均キュー長演算部12に代えて本発明による平滑キュー長を計算するための入力データ計測部22が設けられる。入力データ計測部22は、パケット廃棄確率を決定する時の判断基準となるパラメータを算出する。そのため、入力データ計測部22は入力／出力パケットのデータ量を計測し、出力キューに蓄積されている平均的なデータ量を掌握する。

【0015】

また、パケット廃棄判定部21との関係では、パケット廃棄判定部21から入力データ計測部22に非廃棄パケットが通知され、さらにパケット廃棄判定部21は入力データ計測部22の演算結果を周期的にスキャンする。後者については、演算結果を入力データ計測部22から通知するようにも構成できる。

【0016】

パケット廃棄判定部21の基本動作自体は図2の従来例と同様であり、入力パケットを出力キュー2のクラス分けされた各キュー $13_1 \sim 13_n$ へ出力するか、又は入力データ計測部22からの平滑キュー長を使ったパケット廃棄確率( $p_b$ ; 後述の図14参照)に従って対応クラスのパケットをランダムに選択して廃棄する。

【0017】

図4及び5は、入力データ計測部22を構成する基本ブロックとその動作を図式的に示したものである。

図4において、計測部23はその内部に計測バッファを備えおり、そこにパケット廃棄判定部21で廃棄されなかったパケットを一時蓄積する。この計測バッファは、入力パケット量の大小に係わらず一定時間( $\Delta t$ )毎にそこから出力さ

れるデータが一定量 ( $\alpha$ ) に固定されている。

【0018】

計測部 23 ではパケット廃棄判定部 21 で廃棄されずに通過してきた入力パケットのサイズを計測するため、それを計測バッファに蓄積する。その一方で、決められた  $\Delta t$  時間毎に決められたデータ量  $\alpha$  が次段の平滑キュー長演算部 24 に出力される。その結果、図 5 の (a) に示すように計測バッファに  $\alpha$  を上回るデータ量が蓄積されるとデータ量  $\alpha$  が出力され、たとえ入力データ量がバースト的に増大しても出力されるデータ量は一定の  $\alpha$  である。反対に、図 5 の (b) に示すように計測バッファのデータ蓄積量が  $\alpha$  を下回るとその時の蓄積量がそのまま出力される。

【0019】

一方、平滑キュー長演算部 24 はその内部に計測キューを備えており、この計測キューも、入力パケット量の大小に係わらず一定時間 ( $\Delta t$ ) 毎にそこから出力されるデータが一定量 ( $\gamma$ ) に固定されている。その結果、計測キューの蓄積データ量 ( $\beta$ ) (本発明ではこれを「平滑キュー長」と呼ぶ) は下記式 (3) で与えられる。

$$\beta_n = \beta_{n-1} + (\alpha - \gamma), \quad \beta \geq 0 \quad \dots (3)$$

【0020】

ここで、前述した出力キュー 2 の各キュー  $13_1 \sim 13_n$  からの出力レートは、読み出しスケジューリングによるクラス毎に一定帯域が保証されるため一定と考えられ、従って対応する計測キューの出力データ量  $\gamma$  も一定値となる。その結果、平滑キュー長  $\beta$  は各出力キュー  $13_1 \sim 13_n$  のデータ蓄積状態を平均化して表していることになる。

【0021】

その結果、輻輳制御部には様々なサイズのパケットが入力されるが、入力データ計測部 20 において種々のサイズの入力データが計測バッファにより  $\Delta t$  毎のデータ量  $\alpha$  として平滑化され、さらにデータ量  $\gamma$  もまた平均化された一定値として扱われるため、このデータ量  $\beta$  は平均化された入力と出力によって決まる平均的な蓄積量 (「平滑キュー長」) となる。

## 【 0 0 2 2 】

一方、図 3 に示すように出力キュー 2 には入力データ計測部 2 2 に対する入力／出力と同じデータが出入りしていると考えられるため、このデータ量  $\beta$  は実際の出力キューの平均的な蓄積量を表していることになる。よって本発明ではこの平滑キュー長  $\beta$  を用い、パケット廃棄判定部 2 1 にて後述する平滑キュー長  $\beta$  の値に基づいたパケット廃棄確率 ( $p b$ ) を用いてパケット廃棄の判定処理を行う。

## 【 0 0 2 3 】

本発明により、従来の周期的な出力キュー監視と複雑な計算の両者により算出するパラメータ（「平滑キュー長」）を用いてパケット廃棄判定を行う輻輳制御装置に代わって、本発明による平滑キュー長を監視するだけでパケットの廃棄判定が可能となり、また高速処理を必要とするコアルータ等にも装備可能な輻輳制御装置が提供される。

## 【 0 0 2 4 】

図 6 ～ 1 0 には、本発明による入力データ計測部 2 2 の複数の実施例を示している。

図 6 の第 1 の実施例において、入力データ計測部 2 2 の計測部 2 3 では、その加減算処理機能により現在までに蓄積されたデータ量の総計に  $\Delta t$  間に受信した入力バイト数の総計を加算し、 $\Delta t$  経過後にそれからデータ量  $\alpha$  を減算して新たな総計を求める加減算処理を行い、その減算量  $\alpha$  を平滑キュー長演算部 2 4 に通知する。

## 【 0 0 2 5 】

入力データ計測部 2 2 の平滑キュー長演算部 2 4 は、複数から成る 1 ビットメモリ 2 5 で構成され、各 1 ビットは入力データの 1 バイトに対応している。なお、1 ビットを 1 パケット等に対応させることもできるが、本例では可変長パケットを対象としているためここでは 1 バイトに対応させている。WP (Write Pointer) は、図 4 の計測キューに蓄積された受信バイト数に対応するメモリ位置（アドレス）を指示している。

## 【 0 0 2 6 】

この場合、 $\alpha - \gamma > 0$  の場合は、 $\Delta t$  時間毎にその間に蓄積されたデータ量が現在までの蓄積データ量  $\beta$  に加算され、その分だけ  $WP$  が増加する。すなわち、増加データ量分のメモリに “1” が書き込まれ、 $WP$  が老番側の対応する位置へ移動する。反対に  $\alpha - \gamma < 0$  の場合は、 $\Delta t$  時間毎にその間に減少したデータ量が現在までの蓄積データ量  $\beta$  から減算され、その分だけ  $WP$  が減少する。

## 【 0 0 2 7 】

すなわち、減少データ量分のメモリに “0” が書き込まれ、 $WP$  が若番側の対応する位置へ移動する。その結果、 $WP$  の位置は前記式 (3) の平均蓄積データ量  $\beta_n$  をそのまま示すことになり、その値は即本発明による平滑キュー長となる。なお、同様な構成を 1 ビットメモリ 2 5 に代えて  $FIFO$  メモリやスタックメモリ等により実現してもよい。

## 【 0 0 2 8 】

図 7 の第 2 の実施例では、 $WP$  に加えてさらに  $RP$  (Read Pointer) を使用している。図 6 の場合、受信データ量によっては 1 ビットメモリ長を増大させる必要があるが、本例ではそれをリング状に構成し且つ  $WP$  と  $RP$  とを併用することでバッファリングに許容し得る 1 ビットメモリ量にまで削減している。 $RP$  が  $WP$  を追い越さないように制御する以外は図 6 と同様に動作し、ここでは  $WP - RP$  の差分が平滑キュー長となる。

## 【 0 0 2 9 】

図 8 の第 3 の実施例では、図 6 の 1 ビットメモリ 2 5 を仮想的なものと考えて、 $WP$  を格納する  $WP$  メモリ 2 6 だけを用意する。この場合には、データ量  $\alpha$  の入力により  $WP$  メモリ 2 6 が  $WP = WP + \alpha$  に更新され、データ量  $\gamma$  の出力により前記  $WP$  メモリ 2 6 が  $WP = WP - \gamma$  に更新される。この  $WP$  メモリ 2 6 の値がその時の平滑キュー長となる。この  $WP$  メモリ 2 6 に代えて、アップダウンカウンタ等を使用することもできる。

## 【 0 0 3 0 】

図 9 の第 4 の実施例では、上記と同様に図 7 のリング状の 1 ビットメモリ 2 5 を仮想的なものと考えて、 $WP$  及び  $RP$  を格納する  $WP/RP$  メモリ 2 7 だけを用意する。前記この場合には、データ量  $\alpha$  の入力により  $WP$  値が  $WP = WP + \alpha$

に更新され、データ量  $\gamma$  の出力で  $RP$  値が  $RP = RP + \gamma$  に更新される。この  $WP$  と  $RP$  の差が平滑キュー長となる。なお、本例では所定数のモジュロ演算が行なわれる。

#### 【0031】

図10の第5の実施例では、単に平滑キュー長演算結果格納用のメモリ28だけを設ける。平滑キュー長を計算する際には、 $\Delta t$  毎にこのメモリ28から前回の平滑キュー長  $\beta_{n-1}$  を取り出し、次に前述した式(3)を使って実際に  $\beta_n = \beta_{n-1} + (\alpha - \gamma)$  を計算して今回の平滑キュー長  $\beta_n$  を求める。最後に、前記演算結果  $\beta_n$  をメモリ28に書き込むことで更新する。

#### 【0032】

図11は、本発明の第6の実施例を示したものである。

図11の(a)では、入力データ計測部22の計測部23に  $\alpha \times n$  のデータ量が蓄積されていると仮定し、本例では入力データ計測部22からパケット廃棄判定部21へ将来の平滑キュー長の増加量  $\alpha \times n$  (「増加予定値」と呼ぶ)が通知される。この通知は計測部23が  $\Delta t$  毎にその蓄積量をチェックして、その都度その時の増加予定値を通知する。

#### 【0033】

この通知後の  $\Delta t \times n$  の間は、計測部23ではパケット廃棄判定部21からの入力データ量の加算のみを行い、また平滑キュー長演算部24へは通常通り  $\Delta t$  毎にデータ量  $\alpha$  の出力を行う。従って、平滑キュー長演算部24では通常通り  $\Delta t$  毎にデータ量  $\beta$  の演算を行う。

#### 【0034】

この場合、計測部23は  $\Delta t$  毎の  $\alpha$  減算処理は行わずに、その間の減算量  $\alpha \times n$  を  $\Delta t \times n$  後にこれまでのデータ蓄積サイズ総計からまとめて減算する。その結果、計測部23において連続する所定回数のデータ量  $\alpha$  の出力が予め分かっている時には、その間の処理を後で一括して行なうことで計算処理の負荷が低減される。

#### 【0035】

図11の(b)には、上記入力データ計測部22内の計測部23の予測処理に

対するパケット廃棄判定部 2 1 の処理の一例を示している。

ここでは、入力データ計測部 2 2 から通知された最初の増加予定値により、周期的にスキャンしている現在の平滑キュー長が将来  $\Delta t$  毎に計  $n$  回、 $\alpha - \gamma$  ( $= \alpha'$ ) 増加することが分かる。

【0036】

従って、パケット廃棄判定部 2 1 においても将来の平滑キュー長の予測が可能となり、それを基に廃棄判定を行う。すなわち、パケット廃棄を行う最大閾値を  $\max TH$  とすると

$$\beta + (\alpha' \times n\_max) \geq \max TH \quad \cdots (4)$$

から現在の平滑キュー長  $\beta$  が将来に閾値を越えるデータ量  $\alpha'$  の受信回数 ( $n\_max$ ) が求まるので、現時点より  $\Delta t \times (n\_max - 1)$  時間までの間は平滑キュー長が最大閾値  $\max TH$  を越えないことがわかる (図 1 1 の (b) には、 $n\_max = 3$  の例を示している)。

【0037】

従って、パケット廃棄判定部 2 1 では  $\Delta t \times (n\_max - 1)$  時間は平滑キュー長のスキャンも行わずに無条件にパケットを通過させ、 $\Delta t \times (n\_max - 1)$  時間を越えたら今度は無条件に入力パケットを廃棄するという処理が可能となる。図 1 2 の例に示すように、この処理は計測部 2 3 からの増加予定値の通知が続く限り継続され、増加予定値の通知が無くなったときには平滑キュー長のスキャンを開始してこれまでの  $\Delta t$  毎の平滑キュー長による廃棄判定処理に戻る (図 3 参照)。

【0038】

図 1 3 は、本発明の第 7 の実施例を示したものである。

ここでは、入力データ計測部 2 2 の計測部 2 3 からパケット廃棄判定部 2 1 へ通知する増加予定値を図 1 1 の (a) や図 1 2 のように  $\Delta t$  毎に毎回行うのではなく、増加予定値による  $\Delta t \times n$  時間経過後に蓄積量をチェックして再度通知する構成にしている。図 1 3 の例では、増加分が  $3\alpha$  の増加予定値通知から  $\Delta t \times 3$  時間後に次の増加予定値通知が行なわれる。その結果、計測部 2 3 における通知処理負担が軽減される。

## 【0039】

図14は、本発明の第8の実施例を示したものである。

ここでは、図1に示した従来のREDと同様に、パケット廃棄処理に関して閾値を最大閾値(maxTH)の1つだけでなく、最小閾値(minTH)と最大閾値(maxTH)の2つを設ける。本例におけるパケット廃棄確率(pb)は下記式(5)で与えられる。

$$pb = \max P \times (\beta - \min TH) / (\max TH - \min TH) \cdots (5)$$

## 【0040】

上記式(5)は、前述した式(2)の値avgを式(5)で値 $\beta$ に置き換えたものに等しい。これより、本発明による平滑キュー長 $\beta$ が最小閾値を越えた時点でパケットの廃棄が開始され、その後は平滑キュー長 $\beta$ の増加に比例する形で廃棄確率も増大する。最終的に平滑キュー長 $\beta$ が最大閾値を越えた時点でそれ以降の入力パケットが完全に廃棄される。

## 【0041】

図15～19は、これまで説明した本発明による輻輳制御装置の動作フロー例を示したものである。

図15は、パケット廃棄判定部21におけるパケット廃棄判定フローの一例を示している。

ステップS101で、パケットの到着を確認し、平滑キュー長( $\beta$ )が最大閾値(maxTH)を超えているか否かを示す廃棄フラグがオフ( $\beta < \max TH$ )の場合には到着パケットをクラス分けして出力キュー2の対応キュー13<sub>1</sub>～13<sub>n</sub>へ出力し、同時に入力データ計測部22へも出力する(S104)。また、廃棄フラグがオン( $\beta \geq \max TH$ )の場合は、到着パケットを廃棄する。

## 【0042】

図16及び17は、同じパケット廃棄判定部21における平滑キュー長チェックフローの一例を示している。

先ず、内部タイマーにより $\Delta t$ 毎の平滑キュー長チェックタイミングを検知すると、入力データ計測部22からの増加予定値の通知の有無を判断する(S201～203)。通知が無ければ、入力データ計測部22をスキャンして平滑キュー

一長 ( $\beta$ ) をチェックしてそれが最大閾値 ( $\max TH$ ) を超えているか否かを判断する (S 2 0 6 及び 2 0 7)。その結果、 $\beta < \max TH$  の場合は廃棄フラグをオフに、反対に  $\beta \geq \max TH$  の場合は廃棄フラグをオンに設定する (S 2 1 7 及び 2 1 8)。

#### 【 0 0 4 3 】

増加予定値の通知があった場合にも、先ず上記と同様に入力データ計測部 2 2 をスキャンして平滑キュー長をチェックし (S 2 0 3 ~ 2 0 5 及び 2 0 7)、 $\beta < \max TH$  の場合は廃棄フラグをオフに設定する (S 2 1 5)。一方、 $\beta \geq \max TH$  となり得る場合は直ちに廃棄フラグをオンに設定するのではなく、 $\beta \geq \max TH$  となるまでの時間  $t\_max$  を算出する (S 2 0 8)。

#### 【 0 0 4 4 】

次に、前記内部タイマーをチェックすることで、 $t\_max$  以内に通知された増加予定値の有効期間である  $\Delta t \times n$  の時間が経過した場合には継続したパケットの受信が可能として廃棄フラグをオフに設定する (S 2 0 9 ~ 1 1)。一方、前記  $\Delta t \times n$  の時間以内に時間  $t\_max$  に達したときには廃棄フラグをオンに設定して以降の到着パケットを廃棄する (S 2 1 2 及び 2 1 3)。

#### 【 0 0 4 5 】

図 1 8 は、入力データ計測部 2 2 内の計測部 2 3 における蓄積データ量チェックフローの一例を示している。

先ず、内部タイマーにより  $\Delta t$  毎の蓄積データ量チェックタイミングを検知すると、現時点の蓄積データ量  $S$  をチェックする (S 3 0 1 ~ 3 0 3)。

#### 【 0 0 4 6 】

蓄積データ量  $S$  が  $\Delta t$  毎に計測部 2 3 から出力されるデータ量  $\alpha$  より小さければ ( $S < \alpha$ )、その蓄積データ量  $S$  をそのまま平滑キュー長演算部 2 4 へ出力する (S 3 0 4 及び 3 0 7)。反対に、蓄積データ量  $S$  がデータ量  $\alpha$  より大きければ ( $S > \alpha$ )、将来の平滑キュー長の増加量 ( $\alpha \times n$ ) をパケット廃棄判定部 2 1 へ通知した後、データ量  $\alpha$  を平滑キュー長演算部 2 4 へ出力する (S 3 0 4 及び 3 0 7)。

#### 【 0 0 4 7 】



図 1 9 は、入力データ計測部 2 2 内の平滑キュー長演算部 2 4 における平滑キュー長演算フローの一例を示している。

ここでは、内部タイマーにより  $\Delta t$  毎に平滑キュー長演算タイミングを検知して前述した式 (3) の  $\beta_n = \beta_{n-1} + (\alpha - \gamma)$  を計算する (S 4 0 1 ~ 4 0 3)

【 0 0 4 8 】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、従来複雑な計算を行いパケットの廃棄判定を行っていた輻輳制御装置に代わる、新たな輻輳制御装置を提供することが出来る。これにより、本発明の輻輳制御装置によれば、演算処理負荷を軽減して高速インタフェースへの対応も容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

従来の平均キュー長を用いた R E D の一例を示した図である。

【図 2】

R E D 機能の構成例を示した図である。

【図 3】

本発明による平滑キュー長を用いた輻輳制御装置の基本構成を示した図である。

【図 4】

入力データ計測部の構成ブロックとその動作を図式的に示した図 (1) である。

【図 5】

入力データ計測部の構成ブロックとその動作を図式的に示した図 (2) である。

【図 6】

入力データ計測部の第 1 の実施例を示した図である。

【図 7】

入力データ計測部の第 2 の実施例を示した図である。

【図 8】

入力データ計測部の第 3 の実施例を示した図である。

【図 9】

入力データ計測部の第 4 の実施例を示した図である。

【図 1 0】

入力データ計測部の第 5 の実施例を示した図である。

【図 1 1】

平滑キュー長の予測を用いた第 6 の実施例を示した図である。

【図 1 2】

平滑キュー長の予測を用いた第 7 の実施例を示した図である。

【図 1 3】

平滑キュー長の予測を用いた第 8 の実施例を示した図である。

【図 1 4】

平滑キュー長とパケット廃棄率との関係を示した図である。

【図 1 5】

パケット廃棄判定部におけるパケット廃棄判定フロー例を示した図である。

【図 1 6】

パケット廃棄判定部における平滑キュー長チェックフロー例（1）を示した図である。

【図 1 7】

パケット廃棄判定部における平滑キュー長チェックフロー例（2）を示した図である。

【図 1 8】

計測部における蓄積データ量チェックフロー例を示した図である。

【図 1 9】

平滑キュー長演算部における平滑キュー長演算フロー例を示した図である。

【符号の説明】

1 … 輻輳制御部

2 … 出力キュー

1 1、2 1 … パケット廃棄判定部

1 2 … 平均キュー長演算部

1 3<sub>1</sub> ~ 1 3<sub>n</sub> … クラスキュー

2 2 … 入力データ計測部

2 3 … 計測部

2 4 … 平滑キュー長演算部

2 5 … 1 ビットメモリ

2 6 … ライトポインタ

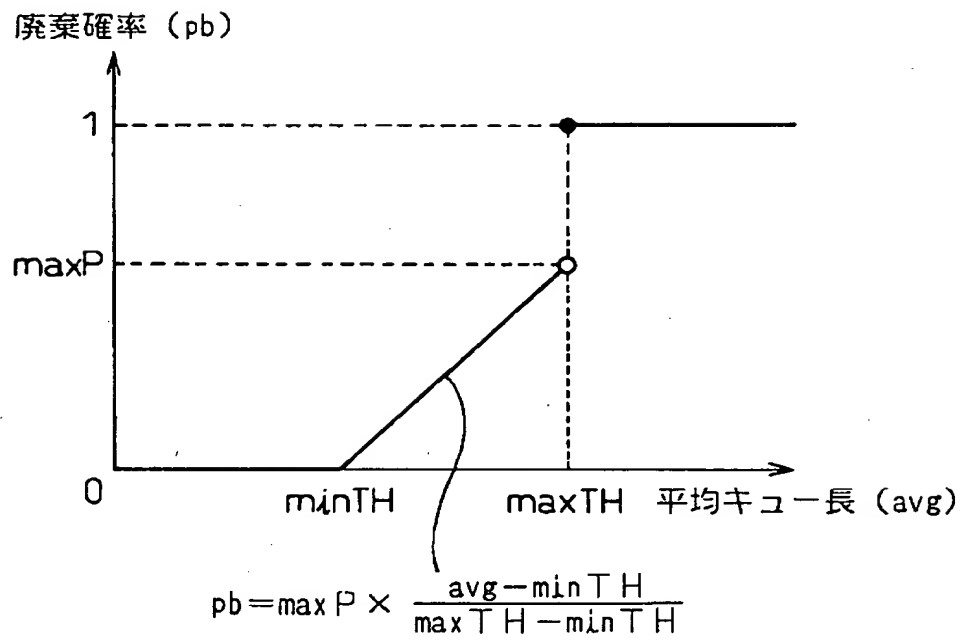
2 7 … ライト／リードポインタ

2 8 … 平滑キュー長更新メモリ

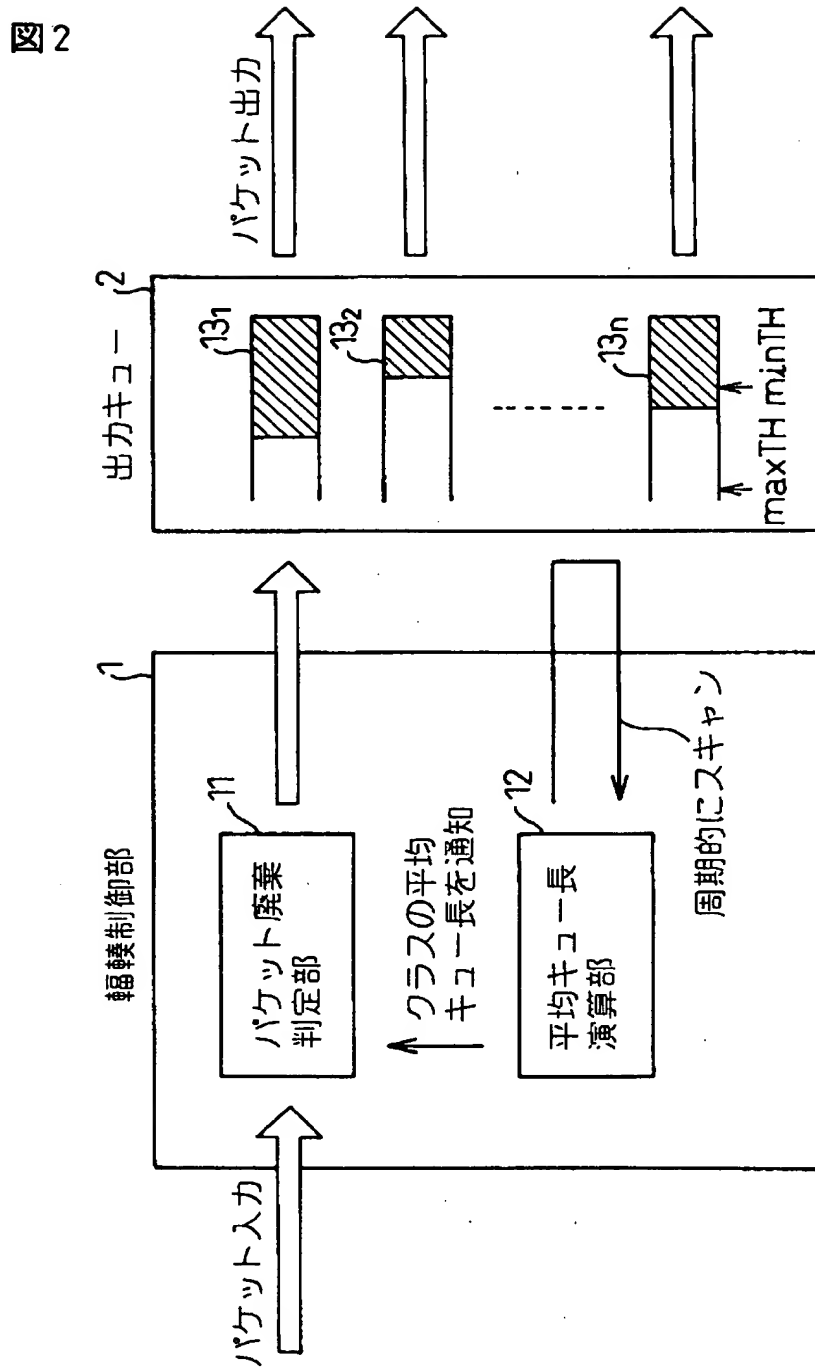
【書類名】 図面

【図 1】

図 1

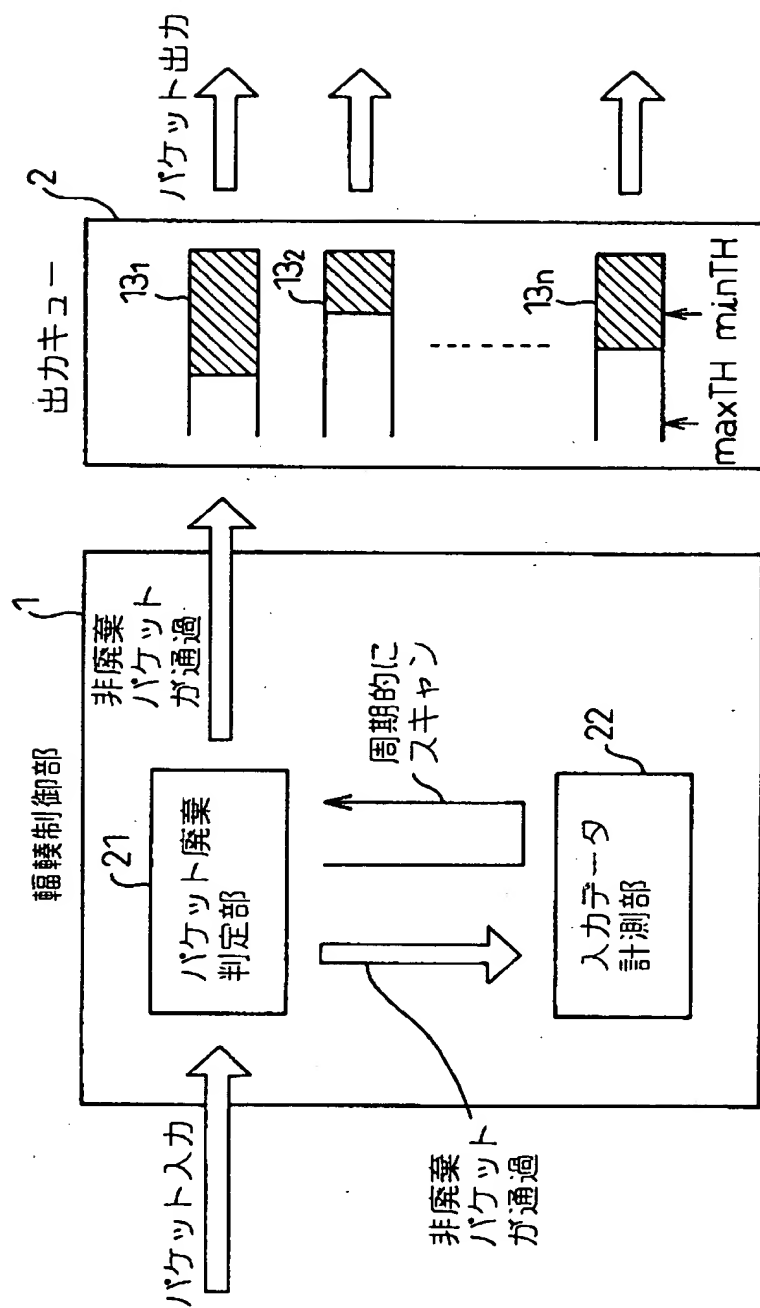


【図2】

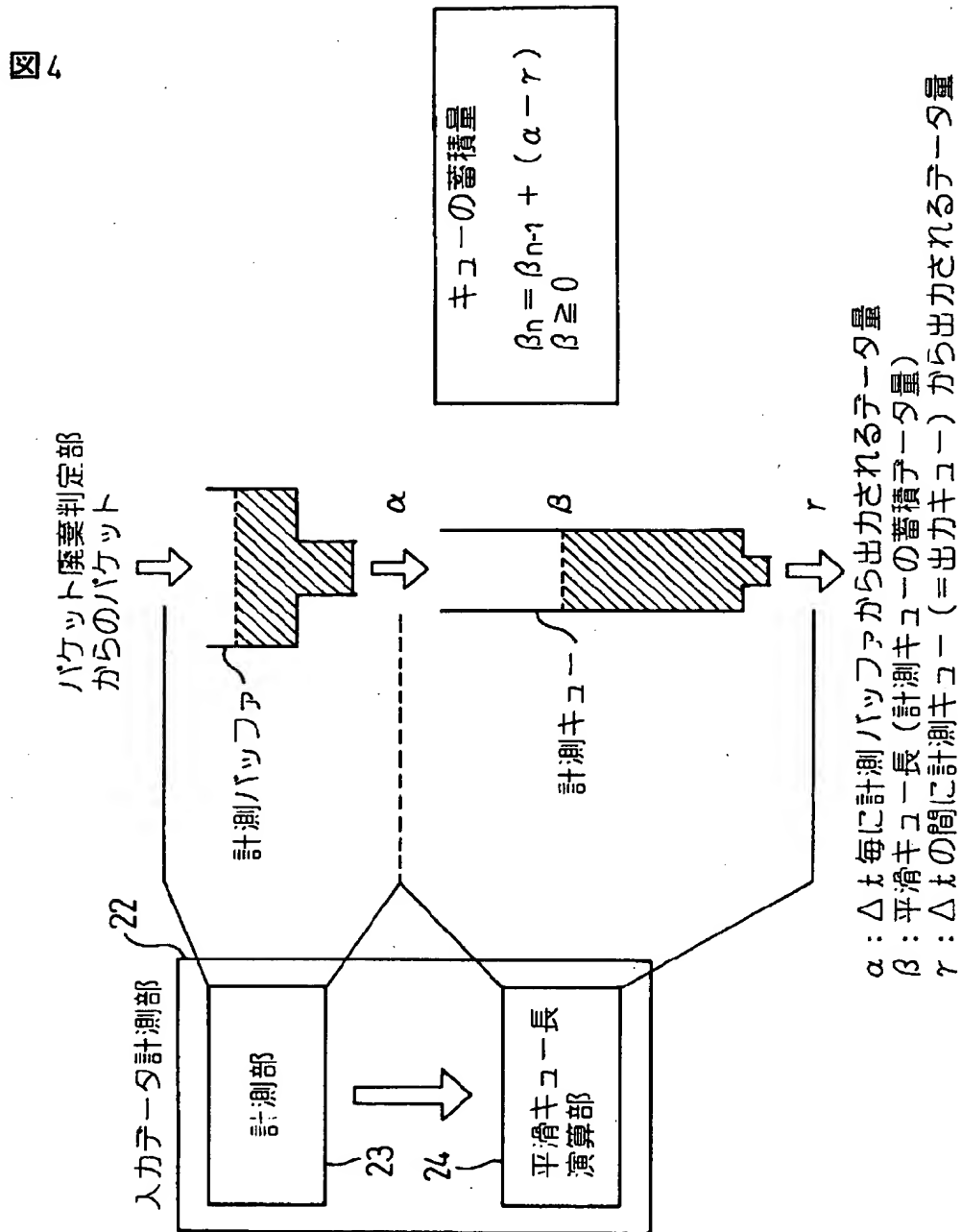


【図 3】

図 3

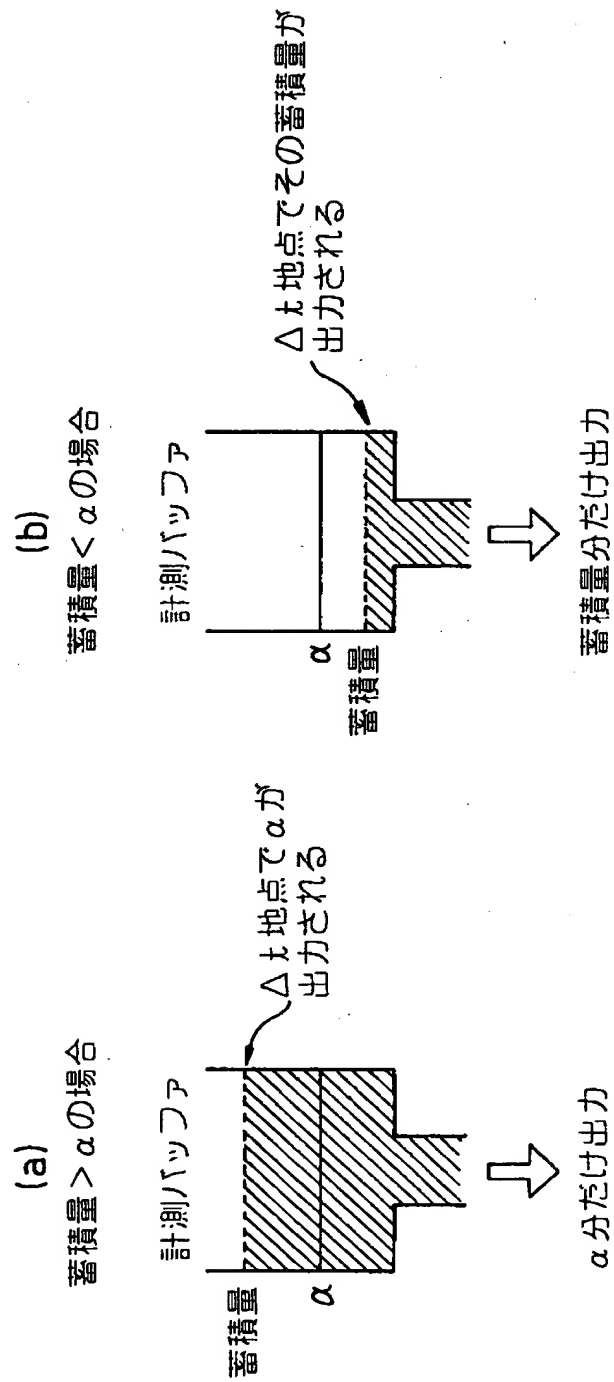


【図 4】



【図 5】

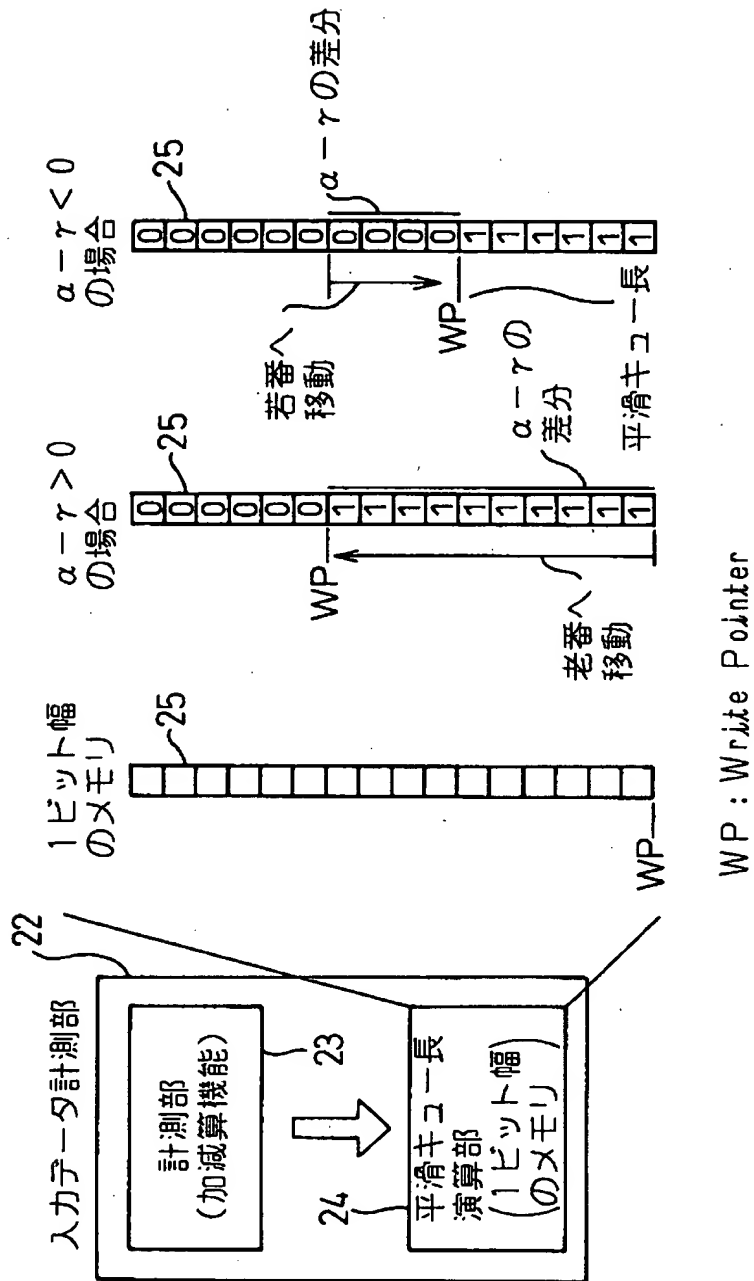
図 5





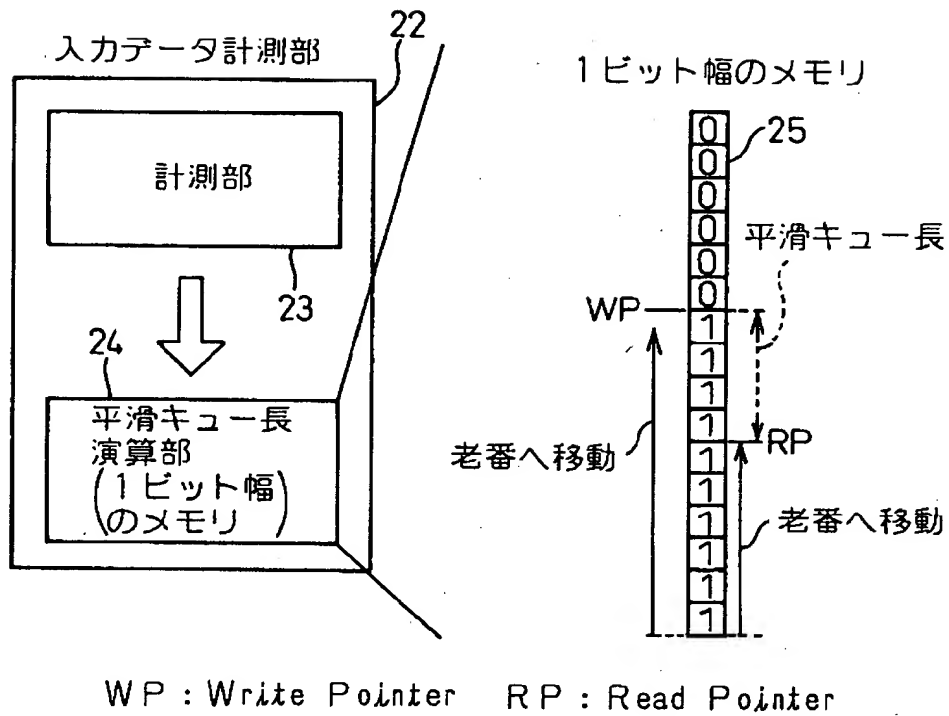
【図 6】

図 6



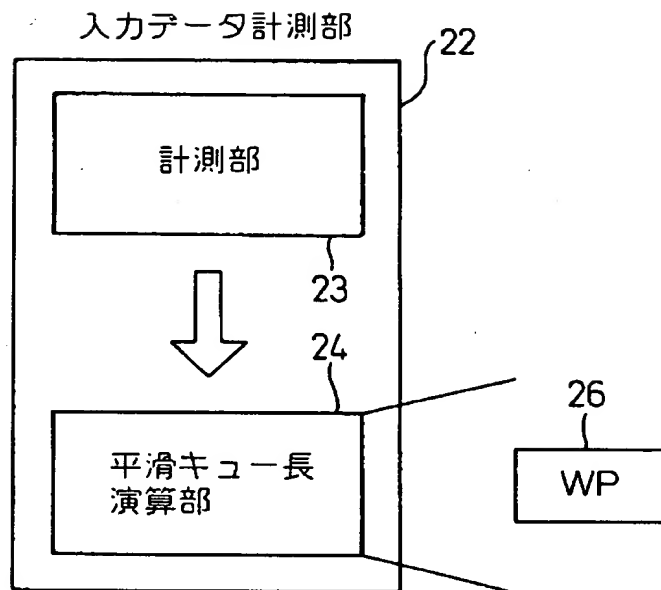
【図 7】

図 7



【図 8】

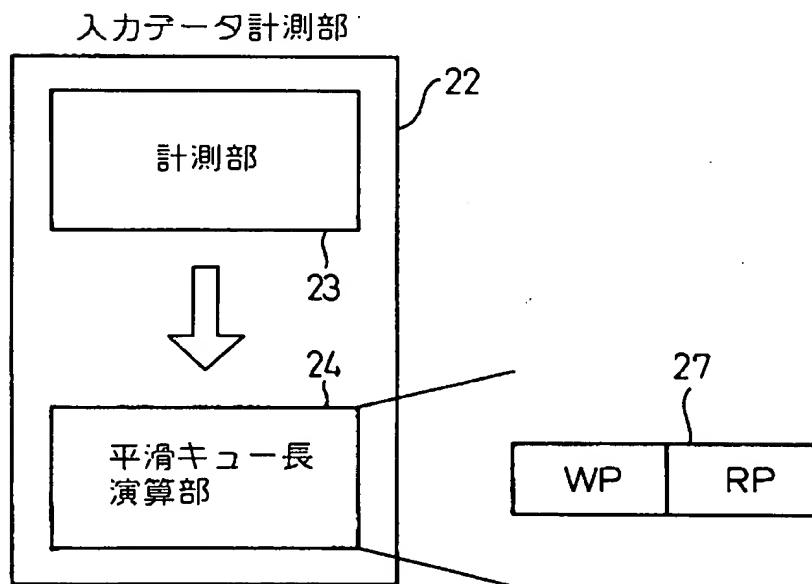
図 8



WP : Write Pointer

【図 9】

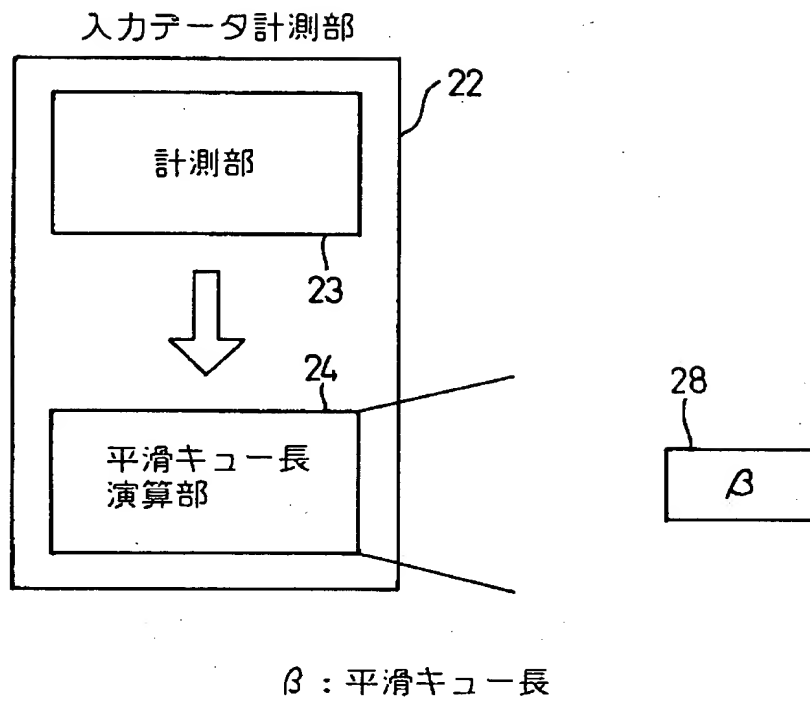
図 9



WP : Write Pointer    RP : Read Pointer

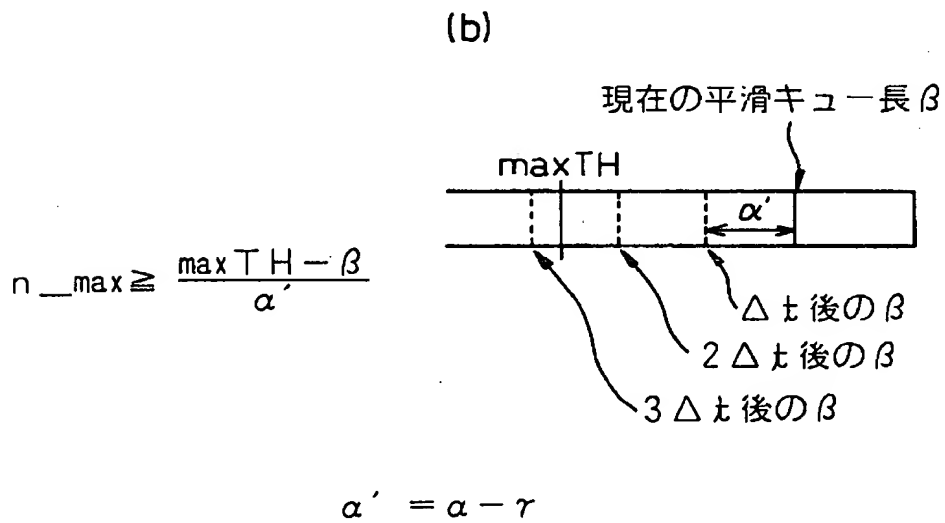
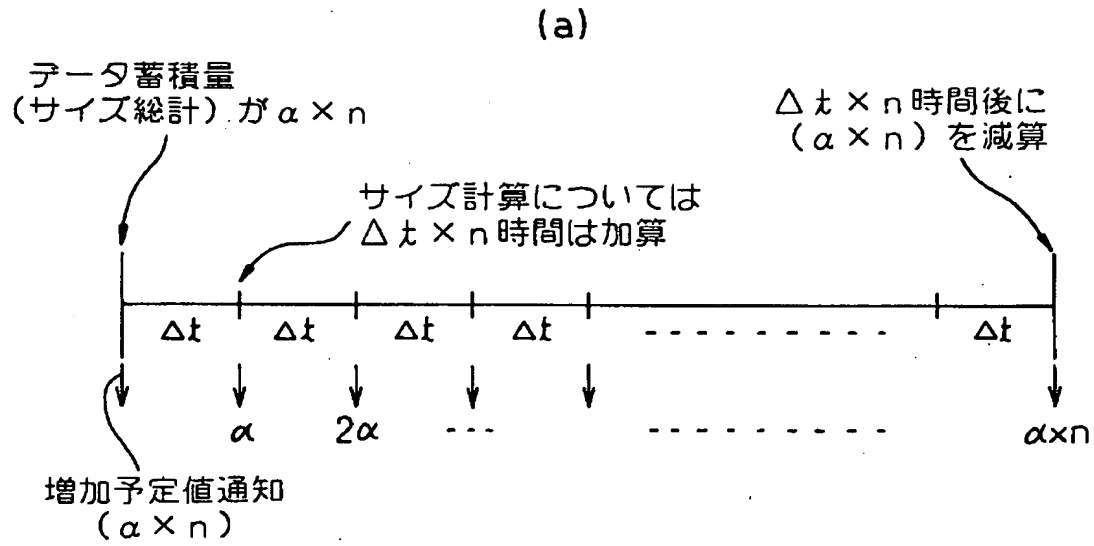
【図 1 0】

図 10



【図 1 1】

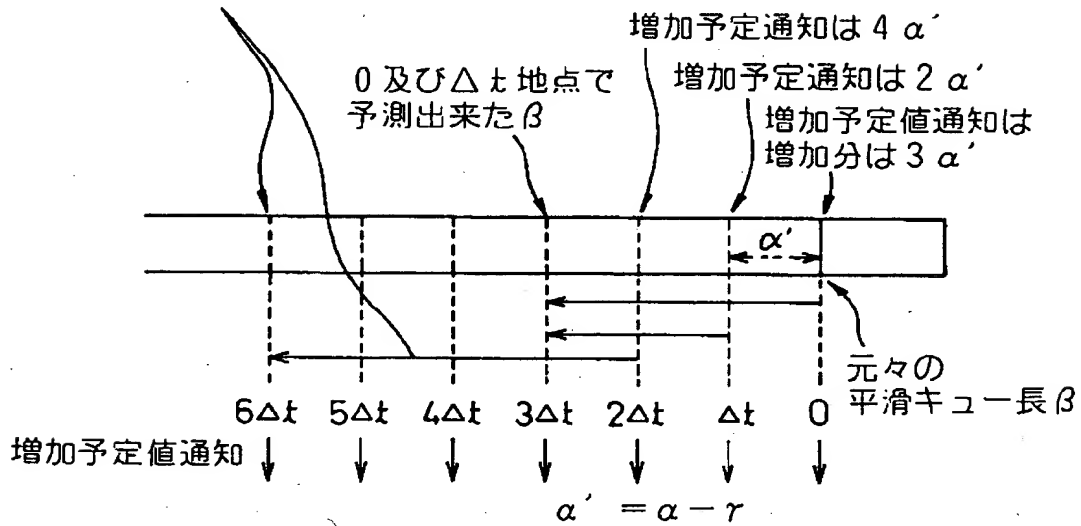
図 11



【図 12】

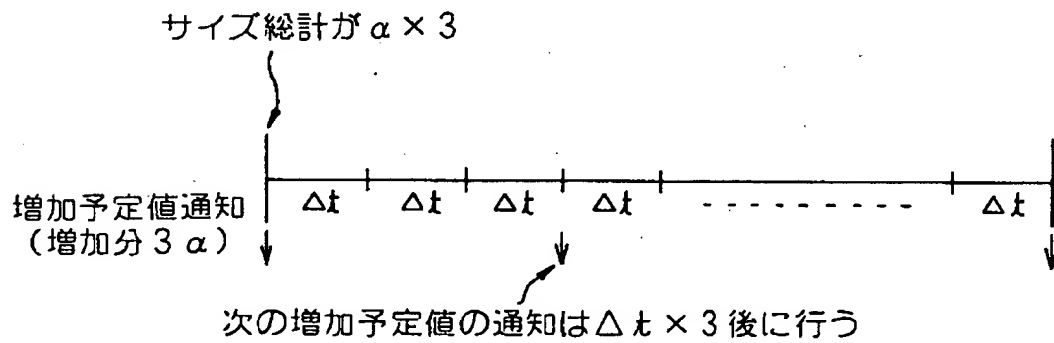
図 12

2  $\Delta t$  地点の増加予定値通知により、将来の  $\beta$  がさらに長くなることが予測出来た



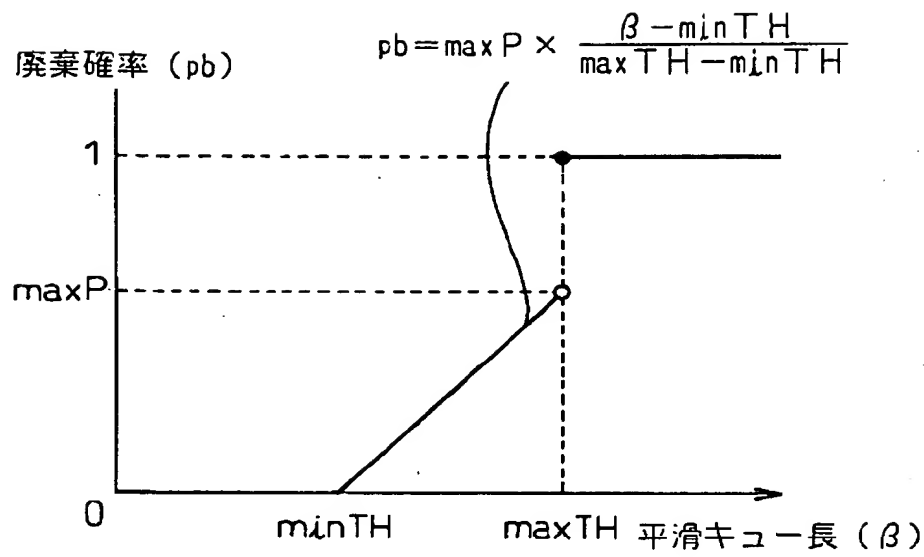
【図 13】

図 13



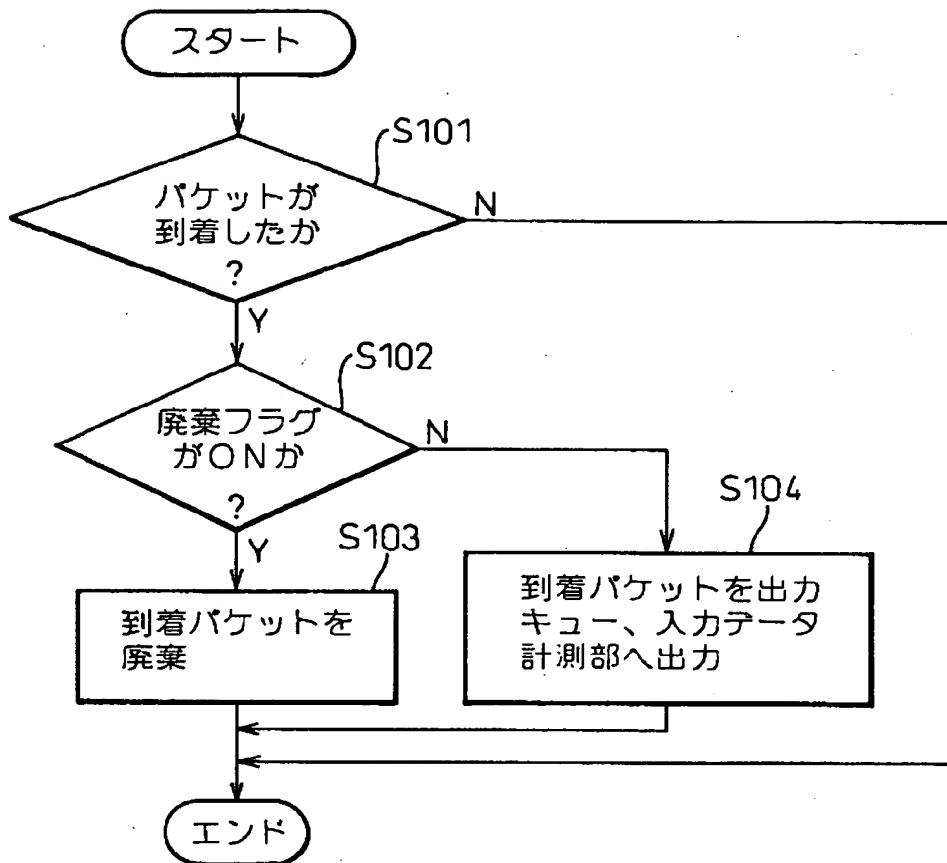
【図 1 4】

図 14



【図 1 5】

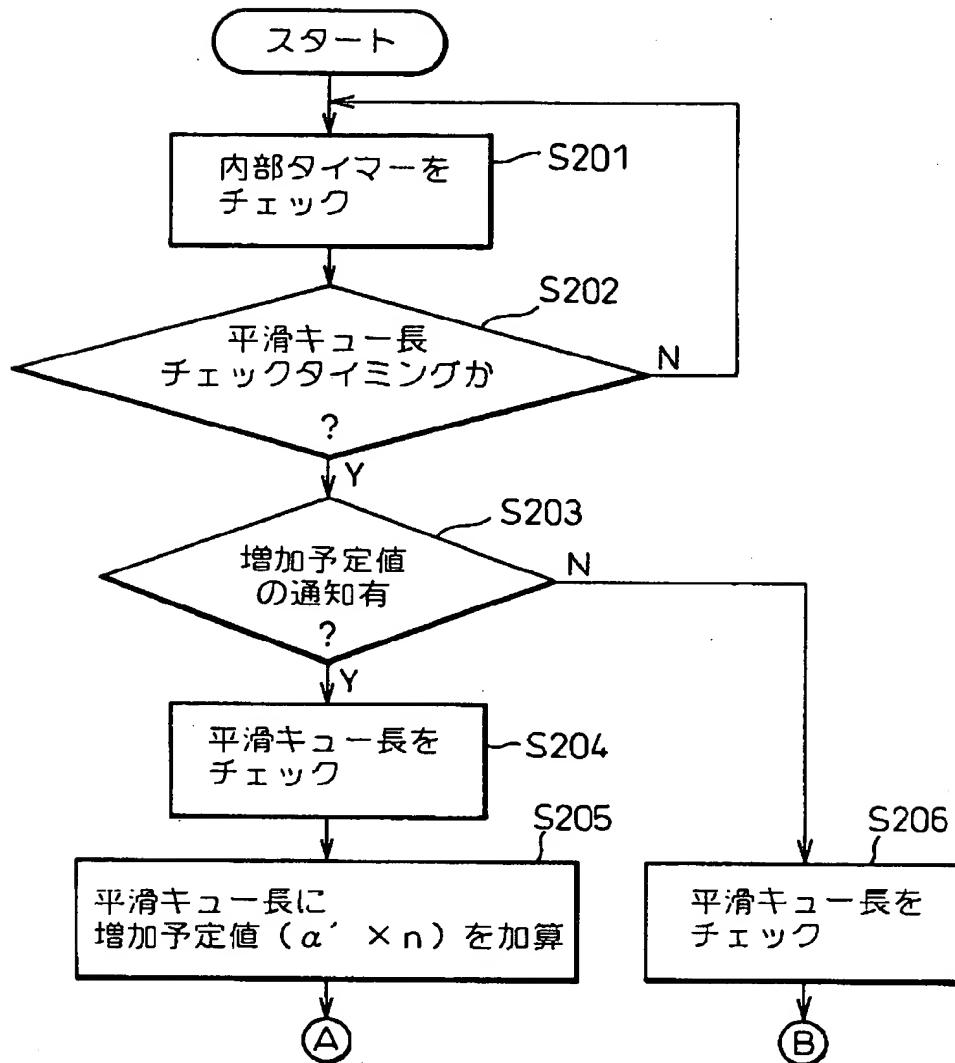
図 15





【図 16】

図 16



$$\alpha' = \alpha - r$$

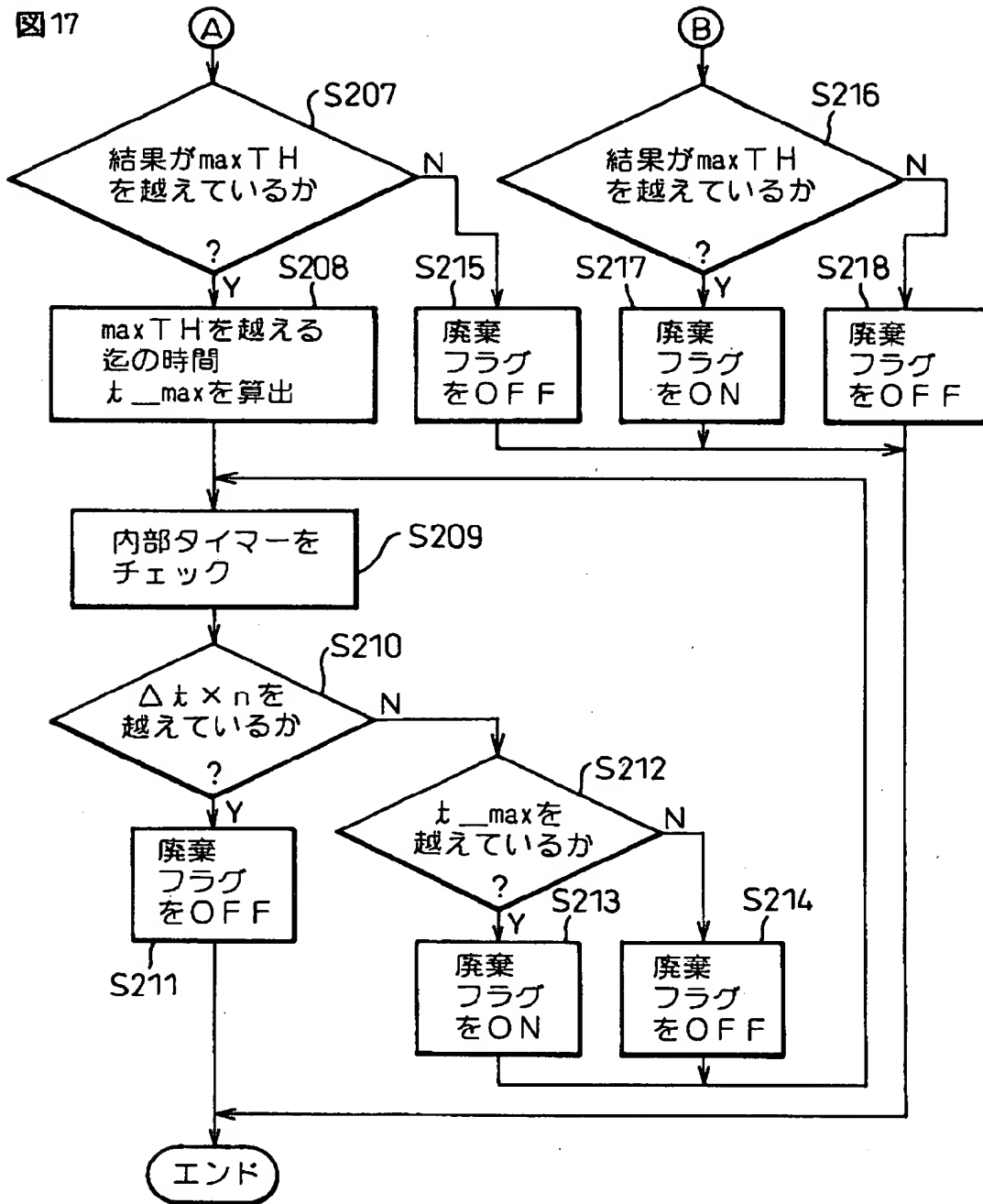
$\alpha$  :  $\Delta t$  毎に平滑キュー長演算部に入力されるデータ量

$r$  :  $\Delta t$  毎に平滑キュー長演算部から出力されるデータ量

$\max TH$  : 設定されているキューの閾値

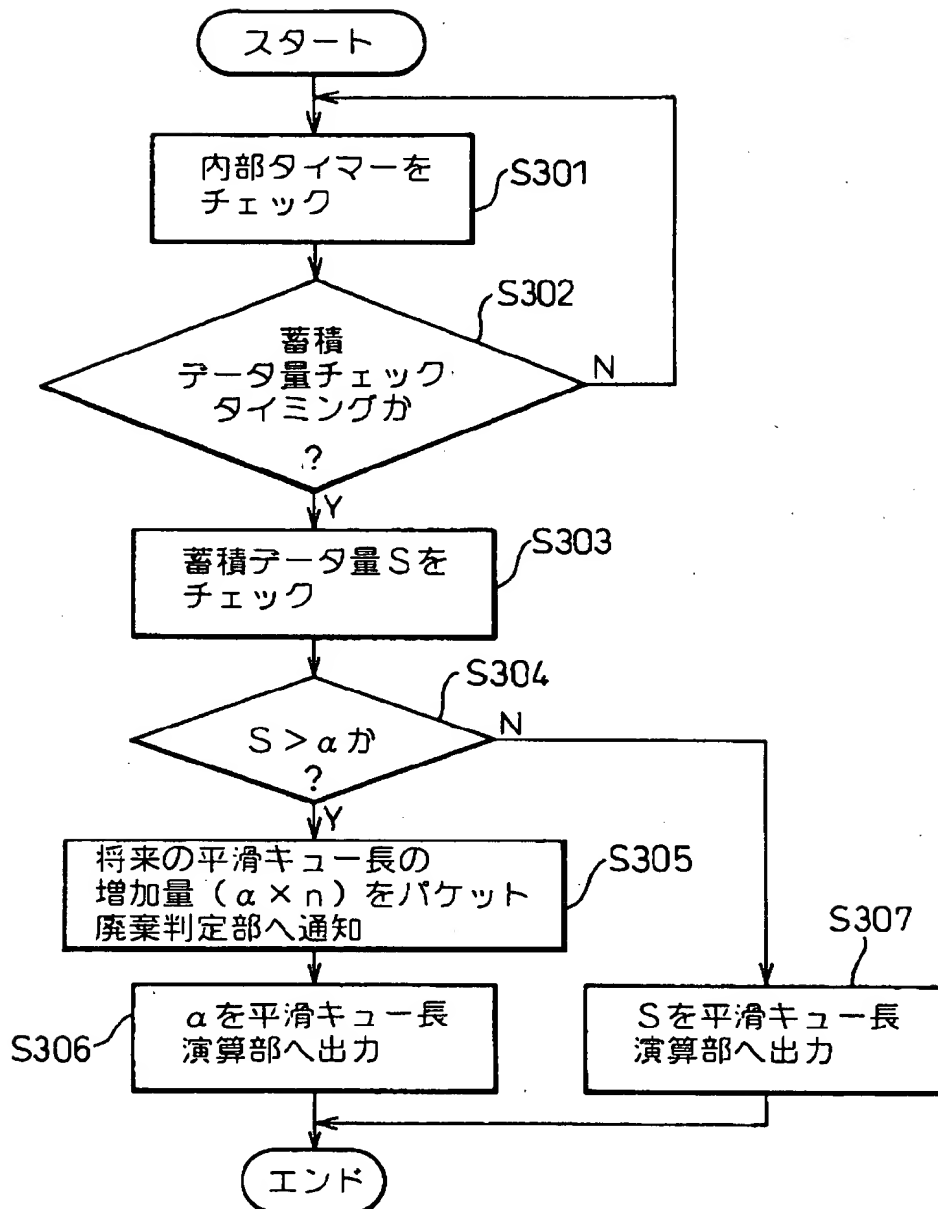
$\Delta t \times n$  : 増加予定値通知の有効時間

【図 17】



【図18】

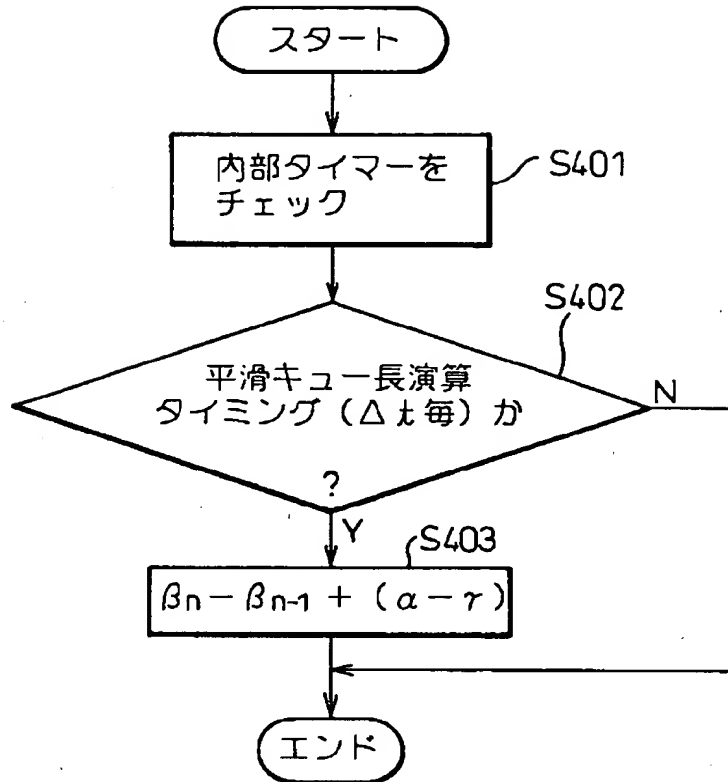
図18



S : 計測部の蓄積データ量  
α : Δt 毎に計測部から出力されるデータ量

【図 19】

図 19



β<sub>n-1</sub> : 前回迄の平滑キュー長

β<sub>n</sub> : 今回の平滑キュー長

α : Δtに平滑キュー長演算部に入力されるデータ量

γ : Δtに平滑キュー長演算部から出力されるデータ量

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 パケット通信装置に関し、特にコアルータやエッジルータ内での輻輳処理の負荷を軽減し、通信の高速化にも対応した輻輳制御装置を提供する。

【解決手段】 輻輳制御装置は、入力されるパケットデータ量を計測する入力データ計測部と、到着したパケットの廃棄判定を行って非廃棄パケットを出力キュー及び前記入力データ係数部へ出力するパケット廃棄判定部とを備え、入力データ計測部は、パケット廃棄判定部から入力されるパケットデータの一定データ量を所定周期で出力する係数部と、係数部から出力されたデータを蓄積して所定周期でその蓄積データの一定データ量を出力する平滑キュー長演算部とを有し、パケット廃棄判定部は、平滑キュー長演算部における所定周期毎の入出力データ量の差分からなる蓄積データ量である平滑キュー長に基づいたパケット廃棄判定によって輻輳制御を行なうこと、から成る。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社